

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. April 2002 (18.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 02/30390 A2

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: A61K 9/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/11636

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Oktober 2001 (09.10.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
100 50 635.6 12. Oktober 2000 (12.10.2000) DE  
101 38 022.4 10. August 2001 (10.08.2001) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): BOEHRINGER INGELHEIM PHARMA KG  
[DE/DE]; 55216 Ingelheim am Rhein (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖCK, Georg  
[DE/DE]; Benjamin-Franklin-Strasse 8, 55122 Mainz  
(DE). WALZ, Michael [DE/DE]; Prizrenstrasse 22, 55411  
Bingen am Rhein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,  
LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN,  
MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,  
SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN,  
YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,  
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),  
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING POWDERY FORMULATIONS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON PULVERFORMULIERUNGEN

(57) Abstract: The invention relates to a novel method for producing powdery preparations which can be inhaled.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Herstellung pulverförmiger Zubereitungen für die Inhalation.



WO 02/30390 A2

## Verfahren zur Herstellung von Pulverformulierungen

Die Erfindung betrifft ein neues Verfahren zur Herstellung pulverförmiger Zubereitungen für die Inhalation.

5

### Hintergrund der Erfindung

Bei der Behandlung einer Vielzahl von Erkrankungen, insbesondere bei der Behandlung von Atemwegserkrankungen bietet sich die inhalative Applikation des Wirkstoffs an. Neben der inhalativen Applikation therapeutisch wirksamer

10 Verbindungen in Form von Dosieraerosolen und Lösungen zur Inhalation kommt der Applikation von wirkstoffhaltigen Inhalationspulvern besondere Bedeutung zu.

Bei Wirkstoffen, die eine besonders hohe Wirksamkeit aufweisen, sind pro Einzeldosis zur Erzielung des therapeutisch erwünschten Effekts nur geringe

15 Mengen des Wirkstoffs erforderlich. In solchen Fällen ist es notwendig, zur Herstellung des Inhalationspulvers den Wirkstoff mit geeigneten Hilfsstoffen zu verdünnen. Aufgrund des hohen Anteils an Hilfsstoff werden die Eigenschaften des Inhalationspulvers maßgeblich durch die Wahl des Hilfsstoffs beeinflusst.

20 In der Pulvermischtechnologie werden üblicherweise Mischverfahren eingesetzt, die auf der Verdünnungsmethode basieren. Hierbei wird der gesamte Wirkstoff vorgelegt und anschließend mit Hilfsstoff beispielsweise in Verhältnissen von 1:1, 1:2 oder 1:4 versetzt und gemischt. Zu den so erhaltenen Mischungen wird dann erneut Hilfsstoff in vergleichbarem Verhältnis zugesetzt. Dieses Vorgehen wird üblicherweise solange

25 wiederholt, bis der ganze Hilfsstoffanteil untergemischt ist. Problematisch an einer solchen Vorgehensweise sind die daraus unter Umständen resultierenden Homogenitätsprobleme. Diese treten insbesondere bei Mischungen auf, bei denen die Substanzen ein stark unterschiedliches Teilchengrößenspektrum aufweisen.

Besonders bemerkbar wird dies zudem bei Pulvermischungen, bei denen die Substanz mit der kleineren Teilchengrößenverteilung, der Wirkstoff, nur einen sehr geringen Mengenanteil an der Gesamtpulvermenge aufweist.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, welches die Herstellung von Inhalationspulvern erlaubt, die durch ein hohes Maß an

35 Homogenität im Sinne der Gehaltsgleichförmigkeit gekennzeichnet sind.

### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Überraschenderweise wurde gefunden, daß die eingangs genannte Aufgabe durch ein Verfahren gelöst wird, in dem die Substanz mit der kleineren

Teilchengrößenverteilung mittels eines Schichtmischverfahrens auf die Substanz mit der gröberen Teilchengrößenverteilung aufgezogen wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Inhalationspulvern ist dadurch gekennzeichnet, daß  $N+m$  etwa gleichgroße Portionen der Substanz mit größerer Teilchengrößenverteilung und  $N$  gleichgroße Portionen der Substanz mit kleinerer Teilchengrößenverteilung abwechselnd schichtweise in ein geeignetes Mischgefäß gegeben werden und nach vollständiger Zugabe die  $2N+m$  Schichten der beiden Komponenten mittels eines geeigneten Mixers gemischt werden, wobei zunächst die Zugabe einer Portion der Substanz mit größerer Teilchengröße erfolgt, wobei  $N$  eine ganze Zahl  $>0$ , vorzugsweise  $>5$  ist und wobei  $m$  0 oder 1 bedeutet.

Bevorzugt erfolgt die schichtweise Zugabe der einzelnen Fraktionen über eine geeignete Siebeinrichtung. Gegebenenfalls kann die gesamte Pulvermischung nach beendetem Mischvorgang noch einem oder mehreren weiteren Siebvorgängen unterworfen werden. Im erfindungsgemäßen Verfahren ist  $N$  naturgemäß unter anderem von der Gesamtmenge der herzustellenden Pulvermischung abhängig. Bei der Herstellung kleinerer Chargen kann bereits mit kleinerem  $N$  der gewünschte Effekt einer hohen Homogenität im Sinne der Gehaltsgleichförmigkeit erzielt werden. Prinzipiell ist erfindungsgemäß bevorzugt, wenn  $N$  wenigstens 10 oder mehr, besonders bevorzugt 20 oder mehr, ferner bevorzugt 30 oder mehr beträgt. Je größer  $N$ , und damit verbunden, je größer die Gesamtzahl der gebildeten Schichten der Pulverfraktionen ist, umso homogener im Sinne der Gehaltsgleichförmigkeit wird die Pulvermischung.

Die Zahl  $m$  kann im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahren 0 oder 1 bedeuten. Steht  $m$  für 0 ist die letzte Fraktion, die schichtweise in die geeignete Mischapparatur zugegeben, vorzugsweise eingesiebt wird, die letzte Portion der Substanz mit kleinerer Teilchengrößenverteilung. Steht  $m$  für die Zahl 1, wird als letzte Fraktion, die schichtweise in die geeignete Mischapparatur zugegeben, vorzugsweise eingesiebt wird, die letzte Portion der Substanz mit größerer Teilchengrößenverteilung zugegeben. Dies kann sich insofern als vorteilhaft erweisen, als im Falle von  $m = 1$  mittels der letzten Portion Hilfsstoff eventuell noch in der Siebeinheit befindliche Reste der letzten Fraktion der Substanz mit feinerer Teilchengrößenverteilung mit in die Mischeinheit befördert werden können.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung repräsentiert, soweit nicht anders definiert, die Substanz mit der kleineren Teilchengrößenverteilung, die sehr fein gemahlen und in einem sehr geringen Massenanteil in der resultierenden Pulverformulierung

vorliegt, den Wirkstoff. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung repräsentiert, soweit nicht anders definiert, die Substanz mit der größeren Teilchengrößenverteilung, die grob gemahlen und in einem grossen Massenanteil in der resultierenden Pulverformulierung vorliegt, den Hilfsstoff.

5

Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren zur Herstellung von Inhalationspulvern enthaltend weniger als 5%, bevorzugt weniger als 2%, besonders bevorzugt weniger als 1 % Wirkstoff im Gemisch mit einem physiologisch verträglichen Hilfsstoff. Erfindungsgemäß bevorzugt ist ein Verfahren zur Herstellung  
10 von Inhalationspulvern, in denen 0,04 bis 0,8%, besonders bevorzugt 0,08 bis 0,64%, besonders bevorzugt 0,16 bis 0,4% Wirkstoff im Gemisch mit einem physiologisch unbedenklichen Hilfsstoff enthalten sind.

Der verwendete Wirkstoff weist erfindungsgemäß bevorzugt eine mittlere  
15 Teilchengröße von 0,5 bis 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise von 1 bis 6  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 2 bis 5  $\mu\text{m}$  auf. Der in das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbare Hilfsstoff weist vorzugsweise eine mittlere Teilchengröße von 10 bis 100  $\mu\text{m}$ , bevorzugt 15 bis 80  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt 17 bis 50  $\mu\text{m}$  auf. Erfindungsgemäß besonders bevorzugt sind Verfahren zur Herstellung von Inhalationspulvern, in  
20 denen der Hilfsstoff eine mittlere Teilchengröße von 20-30  $\mu\text{m}$  aufweist. Die Zugabe der beiden Komponenten erfolgt vorzugsweise über einen Siebgranulator mit einer Maschenweite von 0,1 bis 2 mm, besonders bevorzugt 0,3 bis 1 mm, höchst bevorzugt 0,3 bis 0,6 mm.

25 Vorzugsweise wird die erste Portion der N+m Portionen des Hilfsstoffs vorgelegt und anschließend die erste Portion der N Portionen des Wirkstoffs in den Mischbehälter eingebracht. Während im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens die Zugabe der einzelnen Komponenten üblicherweise in etwa gleichgroßen Portionen erfolgt, kann es gegebenenfalls vorteilhaft sein, wenn die erste der N+m Portionen Hilfsstoff,  
30 die in die Mischapparatur vorgelegt wird, ein größeres Volumen aufweist als die folgenden Portionen Hilfsstoff. Vorzugsweise erfolgt die Zugabe der beiden Komponenten über eine Siebeinheit abwechselnd und schichtweise in mehr als 20, vorzugsweise mehr als 25, besonders bevorzugt mehr als 30 Schichten. Beispielsweise kann bei einer gewünschten Gesamtpulvermenge von 30-35 kg, die  
35 beispielsweise 0,3-0,5 % Wirkstoff enthält, sowie unter Verwendung gängiger Hilfsstoffe ein Einsieben der beiden Komponenten in je etwa 30 bis 60 Schichten ( $N = 30-60$ ) erfolgen. Die vorstehende Angabe der Obergrenze von 60 Schichten erfolgt lediglich aus verfahrensökonomischer Sicht. Sie ist in keinsten Weise als erfindungsgemäße Beschränkung der Anzahl möglicher Schichten aufzufassen. Eine

Durchführung des Verfahrens mit  $N > 60$  ist, wie für den Fachmann klar ersichtlich, ebenfalls möglich um den gewünschten Effekt einer möglichst hohen Homogenität der Pulvermischung zu erzielen.

- 5 Gegebenenfalls kann der Hilfsstoff auch aus einem Gemisch von gröberem Hilfsstoff mit einer mittleren Teilchengröße von 15 bis  $80\mu\text{m}$  und feinerem Hilfsstoff mit einer mittleren Teilchengröße von 1 bis  $9\mu\text{m}$  bestehen, wobei der Anteil von feinerem Hilfsstoff an der Gesamthilfsstoffmenge 1 bis 20 % betragen kann. Enthalten die
- 10 Gemisch aus gröberen und feineren Hilfsstofffraktionen, so ist erfindungsgemäß die Herstellung solcher Inhalationspulver bevorzugt, in denen der gröbere Hilfsstoff eine mittlere Teilchengröße von 17 bis  $50\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 20 bis  $30\mu\text{m}$  und der feinere Hilfsstoff eine mittlere Teilchengröße von 2 bis  $8\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt von 3 bis  $7\mu\text{m}$  aufweist. Dabei wird unter der mittleren Teilchengröße im
- 15 hier verwendeten Sinne der 50 %-Wert aus der Volumenverteilung gemessen mit einem Laserdiffraktometer nach der Trockendispersionsmethode verstanden. Im Fall einer Hilfsstoffmischung aus gröberen und feineren Hilfsstoffanteilen, sind erfindungsgemäß solche Verfahren bevorzugt, mit denen Inhalationspulver erhalten werden, bei denen der Anteil von feinerem Hilfsstoff an der Gesamthilfsstoffmenge 3
- 20 bis 15 %, besonders bevorzugt 5 bis 10 % beträgt.

Bei den im Rahmen der vorliegenden Erfindung genannten prozentualen Angaben, handelt es sich stets um Gewichtsprozent.

- 25 Soll als Hilfsstoff eines der vorstehend genannten Gemische von gröberem Hilfsstoff mit feinerem Hilfsstoff zum Einsatz gelangen, bietet sich erfindungsgemäß an, die Hilfsstoffmischung ebenfalls mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens aus N etwa gleichgroßen Portionen der feineren Hilfsstofffraktion mit N+m etwa gleichgroßen Portionen der gröberen Hilfsstofffraktion herzustellen. In einem solchen Fall ist es
- 30 ratsam, zunächst die vorstehend genannte Hilfsstoffmischung aus den genannten Hilfsstofffraktionen zu generieren, und aus dieser anschließend mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens die Gesamtmischung mit dem Wirkstoff zu erzeugen.

- Beispielsweise kann die Hilfsstoffmischung unter Anwendung des
- 35 erfindungsgemäßen Verfahrens wie folgt erhalten werden. Die Zugabe der beiden Komponenten erfolgt vorzugsweise über einen Siebgranulator mit einer Maschenweite von 0,1 bis 2 mm, besonders bevorzugt 0,3 bis 1 mm, höchst bevorzugt 0,3 bis 0,6 mm. Vorzugsweise wird die erste Fraktion der N+m Portionen des gröberen Hilfsstoffs vorgelegt und anschließend die erste Portion der N

Portionen des feineren Hilfsstoffanteils in den Mischbehälter eingebracht. Die Zugabe der beiden Komponenten erfolgt abwechselnd durch schichtweises Einsieben der beiden Komponenten.

- 5 Nach Herstellung der Hilfsstoffmischung erfolgt aus dieser und dem gewünschten Wirkstoff die Herstellung des Inhalationspulvers unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Zugabe der beiden Komponenten erfolgt vorzugsweise über einen Siebgranulator mit einer Maschenweite von 0,1 bis 2 mm, besonders bevorzugt 0,3 bis 1 mm, höchst bevorzugt 0,3 bis 0,6 mm.

10

Vorzugsweise wird die erste Portion der N+m Portionen der Hilfsstoffmischung vorgelegt und anschließend die erste Portion der N Portionen des Wirkstoffs in den Mischbehälter eingebracht. Vorzugsweise erfolgt die Zugabe der beiden Komponenten über eine Siebeinheit abwechselnd und schichtweise in mehr als 20, vorzugsweise mehr als 25, besonders bevorzugt mehr als 30 Schichten.

15

Beispielsweise kann bei einer gewünschten Gesamtpulvermenge von 30-35 kg, die beispielsweise 0,3-0,5% Wirkstoff enthält, sowie unter Verwendung gängiger Hilfsstoffe ein Einsieben der beiden Komponenten in je etwa 30 bis 60 Schichten (N = 30-60) erfolgen. Eine Durchführung des Verfahrens mit N>60 ist, wie für den

20

Fachmann klar ersichtlich, ebenfalls möglich, um den gewünschten Effekt einer möglichst hohen Homogenität der Pulvermischung zu erzielen.

Die mittels des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens erhältlichen Inhalationspulver können generell alle Wirkstoffe enthalten, deren Applikation aus therapeutischer

25

Sicht auf inhalativem Wege sinnvoll erscheint. Bevorzugt gelangen hierbei solche Wirkstoffe zur Anwendung, die beispielsweise ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Betamimetika, Anticholinergika, Corticosteroiden und Dopaminagonisten.

30

Als Betamimetika gelangen hierbei vorzugsweise Verbindungen zur Anwendung, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Bambuterol, Bitolterol, Carbuterol, Clenbuterol, Fenoterol, Formoterol, Hexoprenalin, Ibuterol, Pirbuterol, Procaterol, Reproterol, Salmeterol, Sulfonterol, Terbutalin, Tolubuterol, Mabuterol, 4-Hydroxy-7-[2-[[2-[[3-(2-phenylethoxy)propyl]sulfonyl]ethyl]-amino]ethyl]-2(3H)-benzothiazolon, 1-(2-Fluoro-4-hydroxyphenyl)-2-[4-(1-benzimidazolyl)-2-methyl-2-butylamino]ethanol, 1-[3-(4-Methoxybenzyl-amino)-4-hydroxyphenyl]-2-[4-(1-benzimidazolyl)-2-methyl-2-butylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-[3-(4-N,N-dimethylaminophenyl)-2-methyl-2-propylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-[3-(4-methoxyphenyl)-2-methyl-2-propylamino]ethanol,

35

- 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-[3-(4-n-butyloxyphenyl)-2-methyl-2-propylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-{4-[3-(4-methoxyphenyl)-1,2,4-triazol-3-yl]-2-methyl-2-butylamino}ethanol, 5-Hydroxy-8-(1-hydroxy-2-isopropylaminobutyl)-2H-1,4-benzoxazin-3-(4H)-on, 1-(4-Amino-3-chloro-5-trifluormethylphenyl)-2-*tert.*-butylamino)ethanol und 1-(4-Ethoxycarbonylamino-3-cyano-5-fluorophenyl)-2-(*tert.*-butylamino)ethanol, gegebenenfalls in Form ihrer Racemate, ihrer Enantiomere, ihrer Diastereomere, sowie gegebenenfalls ihrer pharmakologisch unbedenklichen Säureadditionssalze und Hydrate. Besonders bevorzugt gelangen als Betamimetika solche Wirkstoffe zur Anwendung, die
- 10 ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Fenoterol, Formoterol, Salmeterol, Mabuterol, 1-[3-(4-Methoxybenzyl-amino)-4-hydroxyphenyl]-2-[4-(1-benzimidazolyl)-2-methyl-2-butylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-[3-(4-N,N-dimethylaminophenyl)-2-methyl-2-propylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-[3-(4-methoxyphenyl)-2-methyl-2-
- 15 propylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-[3-(4-n-butyloxyphenyl)-2-methyl-2-propylamino]ethanol, 1-[2H-5-Hydroxy-3-oxo-4H-1,4-benzoxazin-8-yl]-2-{4-[3-(4-methoxyphenyl)-1,2,4-triazol-3-yl]-2-methyl-2-butylamino}ethanol, gegebenenfalls in Form ihrer Racemate, ihrer Enantiomere, ihrer Diastereomere, sowie gegebenenfalls ihrer pharmakologisch unbedenklichen
- 20 Säureadditionssalze und Hydrate. Von den vorstehend genannten Betamimetika kommt hierbei den Verbindungen Formoterol und Salmeterol gegebenenfalls in Form ihrer Racemate, ihrer Enantiomere, ihrer Diastereomere, sowie gegebenenfalls ihrer pharmakologisch unbedenklichen Säureadditionssalze und Hydrate besondere Bedeutung zu.
- 25 Erfindungsgemäß bevorzugt sind die Säureadditionssalze der Betamimetika ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Hydrochlorid, Hydrobromid, Sulfat, Phosphat, Fumarat, Methansulfonat und Xinafoat. Besonders bevorzugt sind die Salze im Falle des Salmeterols ausgewählt aus Hydrochlorid, Sulfat und Xinafoat, von denen die Sulfate und Xinafoate besonders bevorzugt sind. Erfindungsgemäß
- 30 von herausragender Bedeutung sind Salmeterol x  $\frac{1}{2}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> und Salmeterolxinafoat. Besonders bevorzugt sind die Salze im Falle des Formoterols ausgewählt aus Hydrochlorid, Sulfat und Fumarat, von denen das Hydrochlorid und Fumarat besonders bevorzugt sind. Erfindungsgemäß von herausragender Bedeutung ist Formoterolfumarat.
- 35 Als Anticholinergika gelangen in den erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt Salze zur Anwendung, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Tiotropiumsalzen, Oxitropiumsalzen und Ipratropiumsalzen, besonders bevorzugt sind dabei Tiotropium- und Ipratropiumsalze. In den vorstehend genannten Salzen

stellen die Kationen Tiotropium, Oxitropium und Ipratropium die pharmakologisch wirksamen Bestandteile dar. Unter den im Rahmen der vorliegenden Erfindung einsetzbaren Salzen sind die Verbindungen zu verstehen, die neben Tiotropium, Oxitropium oder Ipratropium als Gegenion (Anion) Chlorid, Bromid, Iodid, Sulfat, 5 Methansulfonat oder para-Toluolsulfonat enthalten. Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind von allen Salzen der vortshend genannten Anticholinergika das Methansulfonat, Chlorid, Bromid oder Iodid bevorzugt, wobei dem Methansulfonat oder dem Bromid besondere Bedeutung zukommt. Von erfindungsgemäß herausragender Bedeutung sind die Anticholinergika ausgewählt aus der Gruppe 10 bestehend aus Tiotropiumbromid, Oxitropiumbromid und Ipratropiumbromid. Besonders bevorzugt ist das Tiotropiumbromid. Vorstehend genannte Anticholinergika können gegebenenfalls in Form ihrer Solvate oder Hydrate vorliegen. Im Falle des Tiotropiumbromids kommt beispielsweise dem Tiotropiumbromidmonohydrat eine erfindungsgemäß besondere Bedeutung zu.

15 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter Corticosteroiden Verbindungen verstanden, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Flunisolide, Beclomethasone, Triamcinolone, Budesonid, Fluticasone, Mometasone, Ciclesonide, Rofleponide, GW 215864, KSR 592, ST-126 und Dexametasone. 20 Bevorzugt sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung die Corticosteroide ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Flunisolide, Beclomethasone, Triamcinolone, Budesonid, Fluticasone, Mometasone, Ciclesonide und Dexametasone, wobei hier dem Budesonid, Fluticasone, Mometasone und Ciclesonide, insbesondere dem Budesonid und dem Fluticason eine besondere 25 Bedeutung zukommt. Gegebenenfalls wird im Rahmen der vorliegenden Patentanmeldung statt der Bezeichnung Corticosteroide auch nur die Bezeichnung Steroide verwendet. Eine Bezugnahme auf Steroide schließt im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Bezugnahme auf Salze oder Derivate, die von den Steroiden gebildet werden können, mit ein. Als mögliche Salze oder Derivate werden 30 beispielsweise genannt: Natriumsalze, Sulfobenzoate, Phosphate, Isonicotinate, Acetate, Propionate, Dihydrogenphosphate, Palmitate, Pivalate oder Furoate. Gegebenenfalls können die Corticosteroide auch in Form ihrer Hydrate vorliegen.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter Dopamin-Agonisten 35 Verbindungen verstanden, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Bromocriptin, Cabergolin, Alpha-Dihydroergocryptin, Lisurid, Pergolid, Pramipexol, Roxindol, Ropinirol, Talipexol, Tergurid und Viozan. Bevorzugt werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung Dopamin-Agonisten eingesetzt, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Pramipexol, Talipexol und Viozan, wobei Pramipexol eine



besondere Bedeutung zukommt. Eine Bezugnahme auf die vorstehend genannten Dopamin-Agonisten schließt im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine Bezugnahme auf deren gegebenenfalls existierende pharmakologisch verträgliche Säureadditionssalze und gegebenenfalls deren Hydrate ein. Unter den physiologisch verträglichen Säureadditionssalzen, die von den vorstehend genannten Dopaminagonisten gebildet werden können, werden beispielsweise pharmazeutisch verträgliche Salze verstanden, die ausgewählt aus den Salzen der Salzsäure, Bromwasserstoffsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Methansulfonsäure, Essigsäure, Fumarsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Zitronensäure, Weinsäure und Maleinsäure sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Pulvermischungen für die Inhalation kann zur Herstellung von Inhalationspulvern Verwendung finden, die einen oder mehrere der vorstehend genannten Wirkstoffe enthalten. Sollen beispielsweise Inhalationspulver hergestellt werden, deren pharmazeutisch aktive Bestandteile aus zwei verschiedenen Wirkstoffen bestehen, so läßt sich dies mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielsweise dadurch gewährleisten, das N+m etwa gleichgroße Portionen Hilfsstoff oder Hilfsstoffmischung mit O etwa gleich großen Portionen der einen Wirkstoffkomponente und P etwa gleich großen Portionen der anderen Wirkstoffkomponente schichtweise abwechselnd in den Mischapparat eingesiebt werden. Hierbei kann die Anzahl der Fraktionen P und O beispielsweise so gewählt werden, daß  $P + O = N$  bedeutet. Soll das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Inhalationspulvern dienen, die beispielsweise zwei Wirkstoff enthalten, so seien an dieser Stelle als mögliche Wirkstoffkombinationen die von beispielsweise einem der vorstehend genannten Anticholinergika mit einem der vorstehend genannten Corticosteroide oder die von einem der vorstehend genannten Anticholinergika mit einem der vorstehend genannten Betamimetika als bevorzugt genannt.

Als physiologisch unbedenkliche Hilfsstoffe, die im Rahmen der erfindungsgemäßen Herstellverfahren zur Anwendung gelangen können, seien beispielsweise genannt Monosaccharide (z.B. Glucose oder Arabinose), Disaccharide (z.B. Lactose, Saccharose, Maltose), Oligo- und Polysaccharide (z.B. Dextrane), Polyalkohole (z.B. Sorbit, Mannit, Xylit), Salze (z.B. Natriumchlorid, Calciumcarbonat) oder Mischungen dieser Hilfsstoffe miteinander. Bevorzugt gelangen Mono- oder Disaccharide zur Anwendung, wobei die Verwendung von Lactose oder Glucose, insbesondere, aber nicht ausschließlich in Form ihrer Hydrate, bevorzugt ist. Als besonders bevorzugt im Sinne der Erfindung gelangt Lactose, höchst bevorzugt Lactosemonohydrat als Hilfsstoff zur Anwendung.

Die Inhalationspulver, die gemäß des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens erhalten werden können, zeichnen sich durch ein außergewöhnlich hohes Maß an Homogenität im Sinne der Gehaltsgleichförmigkeit aus. Diese liegt in einem Bereich von < 8% , bevorzugt < 6% , besonders bevorzugt < 4%. Die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens herstellbaren Inhalationspulver weisen gegebenenfalls gar Homogenitäten im Sinne der Einzeldosierungsgenauigkeit auf, die <3%, gegebenenfalls <2% beträgt. Somit zielt ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung auf Inhalationspulver als solche, die mittels des erfindungsgemäßen Herstellverfahrens erhältlich sind.

Die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erhältlichen Inhalationspulver können beispielsweise mittels Inhalatoren appliziert werden, die eine einzelne Dosis aus einem Vorrat mittels einer Meßkammer (z.B. gemäß US 4570630A) oder über andere apparative Vorrichtungen (z.B. gemäß DE 36 25 685 A) dosieren. Vorzugsweise werden die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erhältlichen Inhalationspulver allerdings in Kapseln abgefüllt (zu sogenannten Inhaletten), die in Inhalatoren wie beispielsweise in der WO 94/28958 beschrieben, zur Anwendung gelangen. Soll das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens erhältliche Inhalationspulver im Sinne der vorstehend genannten bevorzugten Anwendung in Kapseln (Inhaletten) abgefüllt werden, bieten sich Füllmengen von 3 bis 10 mg, bevorzugt von 4 bis 6 mg Inhalationspulver pro Kapsel an, wobei diese Füllmenge in hohem Maße von der Wahl des verwendeten Wirkstoffs abhängig sein können. Im Falle des Wirkstoffs Tiotropiumbromid enthalten die Kapseln bei den vorstehend genannten Füllmengen zwischen 1,2 und 80 µg Tiotropiumkation. Bei einer für Tiotropiumbromid bevorzugten Füllmenge von 4 bis 6 mg Inhalationspulver pro Kapsel sind zwischen 1,6 und 48 µg, bevorzugt zwischen 3,2 und 38,4 µg, besonders bevorzugt zwischen 6,4 und 24 µg Tiotropium pro Kapsel enthalten. Ein Gehalt von beispielsweise 18 µg Tiotropium entspricht dabei einem Gehalt von etwa 21,7 µg Tiotropiumbromid.

Folglich enthalten Kapseln mit einer Füllmenge von 3 bis 10 mg Inhalationspulver erfindungsgemäß bevorzugt zwischen 1,4 und 96,3 µg Tiotropiumbromid. Bei einer bevorzugten Füllmenge von 4 bis 6 mg Inhalationspulver pro Kapsel sind zwischen 1,9 und 57,8 µg, bevorzugt zwischen 3,9 und 46,2µg, besonders bevorzugt zwischen 7,7 und 28,9 µg Tiotropiumbromid pro Kapsel enthalten. Ein Gehalt von beispielsweise 21,7 µg Tiotropiumbromid entspricht dabei einem Gehalt von etwa 22,5 µg Tiotropiumbromid-monohydrat.

Folglich enthalten Kapseln mit einer Füllmenge von 3 bis 10 mg Inhalationspulver bevorzugt zwischen 1,5 und 100 µg Tiotropiumbromid-monohydrat. Bei einer bevorzugten Füllmenge von 4 bis 6 mg Inhalationspulver pro Kapsel sind zwischen 2 und 60 µg, bevorzugt zwischen 4 und 48 µg, besonders bevorzugt zwischen 8 und 30 µg Tiotropiumbromid-monohydrat pro Kapsel enthalten.

In den nachfolgenden Beispielen wird eine mögliche Vorgehensweise zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens am Beispiel einer Pulvermischung enthaltend Tiotropiumbromidmonohydrat beschrieben. Die direkte Übertragbarkeit dieses beispielhaft erläuterten Verfahrens zur Herstellung von Inhalationspulvern, die einen oder mehrere der vorstehend genannten anderen Wirkstoffe enthalten, ist für den Fachmann ersichtlich. Dementsprechend dienen die folgenden Beispiele lediglich einer weitergehenden Erläuterung der vorliegenden Erfindung, ohne den Umfang der Erfindung auf die beispielhaft beschriebenen Ausführungsformen zu beschränken.

#### **Ausgangsmaterialien**

In den nachfolgenden Beispielen wird als gröberer Hilfsstoff Lactose-Monohydrat (200M) verwendet. Dieser kann beispielsweise von der Firma DMV International, 5460 Veghel/NL unter der Produktbezeichnung Pharmatose 200M bezogen werden.

In den nachfolgenden Beispielen wird als feinerer Hilfsstoff Lactose-Monohydrat (5µ) verwendet. Dieser kann durch gängige Verfahren (Mikronisieren) aus Lactose-Monohydrat 200M erhalten werden. Lactose-Monohydrat 200M kann beispielsweise von der Firma DMV International, 5460 Veghel/NL unter der Produktbezeichnung Pharmatose 200M bezogen werden.

#### **Darstellung von Tiotropiumbromid-monohydrat:**

In einem geeigneten Reaktionsgefäß werden in 25,7 kg Wasser 15,0 kg Tiotropiumbromid, welches wie in der EP 418 716 A1 offenbart, hergestellt werden kann, eingetragen. Die Mischung wird auf 80-90°C erhitzt und bei gleichbleibender Temperatur solange gerührt, bis eine klare Lösung entsteht. Aktivkohle (0,8 kg), wasserfeucht, wird in 4,4 kg Wasser aufgeschlämmt, diese Mischung in die Tiotropiumbromid-haltige Lösung eingetragen und mit 4,3 kg Wasser nachgespült. Die so erhaltene Mischung wird wenigstens 15 min bei 80-90°C gerührt und anschließend über einen beheizten Filter in einen auf 70°C Manteltemperatur vorgewärmten Apparat filtriert. Der Filter wird mit 8,6 kg Wasser nachgespült. Der Apparateinhalt wird mit 3-5°C pro 20 Minuten auf eine Temperatur von 20-25°C abgekühlt. Mit Kaltwasserkühlung wird der Apparat auf 10-15°C weiter abgekühlt und

die Kristallisation durch mindestens einstündiges Nachrühren vervollständigt. Das Kristallinat wird über einen Nutschentrockner isoliert, der isolierte Kristallbrei mit 9 L kaltem Wasser (10-15°C) und kaltem Aceton (10-15°C) gewaschen. Die erhaltenen Kristalle werden bei 25°C über 2 Stunden im Stickstoffstrom getrocknet.

5 Ausbeute : 13,4 kg Tiotropiumbromid-monohydrat (86 % d. Th.)

Das so erhaltene kristalline Tiotropiumbromid-monohydrat wird nach bekannten Verfahren mikronisiert, um den Wirkstoff in Form der mittleren Teilchengröße bereitzustellen, die den erfindungsgemäßen Spezifikationen entspricht.

10

Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist unter mittlerer Teilchengröße der Wert in  $\mu\text{m}$  zu verstehen, an dem 50% der Teilchen aus der Volumenverteilung eine kleinere oder die gleiche Partikelgröße besitzen im Vergleich zum angegebenen Wert. Zur Bestimmung der Summenverteilung der Partikelgrößenverteilung wird als

15 Meßmethode Laserdiffraktion/Trockendispersierung angewendet.

Nachfolgend wird beschrieben, wie die Bestimmung der mittleren Teilchengröße der verschiedenen Bestandteile der erfindungsgemäßen Formulierung erfolgen kann.

## 20 A) Partikelgrößenbestimmung von feinteiliger Lactose:

### Meßgerät und Einstellungen:

Die Bedienung der Geräte erfolgt in Übereinstimmung mit den Bedienungsanleitungen des Herstellers.

Meßgerät: HELOS Laser-Beugungs-Spektrometer , (SympaTec)

25 Dispersiereinheit: RODOS Trockendispersierer mit Saugtrichter, (SympaTec)

Probenmenge: ab 100 mg

Produktzufuhr: Schwingrinne Vibri, Fa. Sympatec

Frequenz d. Vibrationsrinne: 40 bis 100 % ansteigend

30 Dauer der Probenzufuhr: 1 bis 15 sek. (im Fall von 100 mg)

Brennweite: 100 mm (Meßbereich: 0,9 - 175  $\mu\text{m}$ )

Meßzeit: ca. 15 s (im Fall von 100 mg)

Zykluszeit: 20 ms

Start/Stop bei: 1 % auf Kanal 28

35 Dispersiergas: Druckluft

Druck: 3 bar

Unterdruck: maximal

Auswertemodus: HRLD

Probenvorbereitung / Produktzufuhr:

Mind. 100 mg der Prüfsubstanz werden auf einem Kartenblatt eingewogen.

Mit einem weiteren Kartenblatt werden alle größeren Agglomerate zerstoßen.

- Das Pulver wird dann auf der vorderen Hälfte der Schwingrinne (ab ca. 1 cm vom vorderen Rand) fein verteilt aufgestreut. Nach dem Start der Messung wird die Frequenz der Schwingrinne von ca. 40 % bis 100 % (gegen Ende der Messung) variiert. Die Zeit, in der jeweils die gesamte Probe zugeführt wird beträgt 10 bis 15 sek.

**10 B) Partikelgrößenbestimmung von Tiotropiumbromidmonohydrat, mikronisiert:**

Meßgerät und Einstellungen:

Die Bedienung der Geräte erfolgte in Übereinstimmung mit den Bedienungsanleitungen des Herstellers.

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| Meßgerät:                    | Laser-Beugungs-Spektrometer (HELOS), Sympatec        |
| 15 Dispergiereinheit:        | Trockendispergierer RODOS mit Saugtrichter, Sympatec |
| Probenmenge:                 | 50 mg - 400 mg                                       |
| Produktzufuhr:               | Schwingrinne Vibri, Fa. Sympatec                     |
| Frequenz d. Vibrationsrinne: | 40 bis 100 % ansteigend                              |
| 20 Dauer der Probenzufuhr:   | 15 bis 25 sek. (im Fall von 200 mg)                  |
| Brennweite:                  | 100 mm (Meßbereich: 0,9 - 175 µm)                    |
| Meßzeit:                     | ca. 15 s (im Fall von 200 mg)                        |
| Zykluszeit:                  | 20 ms  |
| Start/Stop bei:              | 1 % auf Kanal 28                                     |
| 25 Dispergiergas:            | Druckluft  |
| Druck:                       | 3 bar  |
| Unterdruck:                  | maximal  |
| Auswertemodus:               | HRLD   |

**30 Probenvorbereitung / Produktzufuhr:**

ca. 200 mg der Prüfsubstanz werden auf einem Kartenblatt eingewogen.

Mit einem weiteren Kartenblatt werden alle größeren Agglomerate zerstoßen.

Das Pulver wird dann auf der vorderen Hälfte der Schwingrinne (ab ca. 1 cm vom vorderen Rand) fein verteilt aufgestreut.

- 35 Nach dem Start der Messung wird die Frequenz der Schwingrinne von ca. 40 % bis 100 % (gegen Ende der Messung) variiert. Die Zufuhr der Probe soll möglichst kontinuierlich sein. Die Produktmenge darf aber auch nicht zu groß sein damit eine ausreichende Dispergierung erreicht wird. Die Zeit, in der jeweils die gesamte Probe zugeführt wird beträgt für 200 mg z. B. ca. 15 bis 25 sek.

**C) Partikelgrößenbestimmung von Laktose 200M :****Meßgerät und Einstellungen**

Die Bedienung der Geräte erfolgte in Übereinstimmung mit den

- 5 Bedienungsanleitungen des Herstellers.

Meßgerät:	Laser-Beugungs-Spektrometer (HELOS), Sympatec
Dispergiereinheit:	Trockendispergierer RODOS mit Saugtrichter, Sympatec
10 Probenmenge:	500 mg
Produktzufuhr:	Vibrationsrinne Typ VIBRI , Sympatec
Frequenz d. Vibrationsrinne:	18 bis 100 % ansteigend
Brennweite (1):	200 mm (Meßbereich: 1.8 - 350 µm)
Brennweite (2):	500 mm (Meßbereich: 4.5 - 875 µm)
15 Meßzeit/Wartezeit:	10 s
Zykluszeit:	10 ms
Start/Stop bei:	1 % auf Kanal 19
Druck:	3 bar
Unterdruck:	maximal
20 Auswertemodus:	HRLD

**Probenvorbereitung / Produktzufuhr:**

Ca. 500 mg der Prüfsubstanz werden auf einem Kartenblatt eingewogen. Mit einem weiteren Kartenblatt werden alle größeren Agglomerate zerstoßen. Das Pulver wird

25 in der Trichter der Vibrationsrinne überführt. Es wird ein Abstand von 1.2 bis 1.4 mm zwischen Vibrationsrinne und Trichter eingestellt. Nach dem Start der Messung wird die Amplitudeneinstellung der Schwingrinne von 0 auf 40 % gesteigert bis sich ein kontinuierlicher Produktfluß einstellt. Danach wird auf eine Amplitude von ca. 18% reduziert. Gegen Ende der Messung wird die Amplitude auf 100% gesteigert.

30

**Apparatives**

Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Inhalationspulver können beispielsweise die folgenden Maschinen und Geräte Verwendung finden:

- 35 Mischbehälter bzw. Pulvermischer: Rhönradmischer 200 L; Typ: DFW80N-4;  
Hersteller: Firma Engelsmann, D-67059 Ludwigshafen.

Siebgranulator: Quadro Comil; Typ: 197-S; Hersteller: Firma Joisten & Kettenbaum, D-51429 Bergisch-Gladbach.

**Beispiel 1:**

Die Durchführung des nachfolgend beschriebenen Schritts 1.1 zur Darstellung einer Hilfsstoffmischung kann je nach Wahl des Wirkstoffs auch entfallen. Wird eine

- 5 Pulvermischung angestrebt, die neben dem Wirkstoff lediglich Hilfsstoff einer einheitlichen gröberen Teilchengrößenverteilung enthält, kann direkt gemäß Schritt 1.2 verfahren werden.

**1.1: Hilfsstoffmischung:**

- 10 Als gröbere Hilfsstoffkomponente werden 31,82 kg Lactose Monohydrat für Inhalationszwecke (200M) eingesetzt. Als feinere Hilfsstoffkomponente werden 1,68 kg Lactose Monohydrat (5µm) eingesetzt. In den daraus erhaltenen 33,5 kg Hilfsstoffmischung beträgt der Anteil der feineren Hilfsstoffkomponente 5%.
- 15 Über einen geeigneten Siebgranulator mit einem Sieb mit einer Maschenweite von 0,5 mm werden in einen geeigneten Mischbehälter ca. 0,8 bis 1,2 kg Lactose Monohydrat für Inhalationszwecke (200M) vorgelegt. Anschließend werden abwechselnd Lactose Monohydrat (5µm) in Portionen von ca. 0,05 bis 0,07 kg und Lactose Monohydrat für Inhalationszwecke (200M) in Portionen von 0,8 bis 1,2 kg
- 20 schichtweise eingesiebt. Lactose Monohydrat für Inhalationszwecke (200M) und Lactose Monohydrat (5µm) werden in 31 bzw. in 30 Schichten (Toleranz: ± 6 Schichten) zugegeben.

Die eingesiebt Bestandteile werden anschließend mit einem Freifallmischer

- 25 gemischt (Mischen: 900 Umdrehungen)

**1.2: wirkstoffhaltige Pulvermischung:**

Zur Herstellung der Endmischung werden 32,87 kg der Hilfsstoffmischung (1.1) und 0,13 kg Mikronisiertes Tiotropiumbromid-monohydrat eingesetzt. In den daraus

- 30 erhaltenen 33,0 kg Inhalationspulver beträgt der Wirkstoffanteil 0.4 %.

Über einen geeigneten Siebgranulator mit einem Sieb mit einer Maschenweite von 0,5 mm werden in einen geeigneten Mischbehälter ca. 1,1 bis 1,7 kg

Hilfsstoffmischung (1.1) vorgelegt. Anschließend werden abwechselnd

- 35 Tiotropiumbromid-monohydrat in Portionen von ca. 0,003 kg und Hilfsstoffmischung (1.1) in Portionen von 0,6 bis 0,8 kg schichtweise eingesiebt. Die Zugabe der Hilfsstoffmischung und des Wirkstoffs erfolgt in 46 bzw. 45 Schichten (Toleranz: ± 9 Schichten).

Die eingesiebten Bestandteile werden anschließend in einem Freifallmischer gemischt (Mischen: 900 Umdrehungen). Die Endmischung wird noch zweimal über einen Siebgranulator gegeben und anschließend jeweils gemischt (Mischen: 900 Umdrehungen).

5

**Beispiel 2:**

Mit der nach Beispiel 1 erhaltenen Mischung werden Inhalationskapseln (Inhaletten) der folgenden Zusammensetzung erhalten:

10

Tiotropiumbromid-monohydrat:	0,0225 mg
Lactose Monohydrat (200 M):	5,2025 mg
Lactose Monohydrat (5 µm):	0,2750 mg
<u>Hartgelatinekapsel:</u>	<u>49,0 mg</u>
15 Total:	54,5 mg

**Beispiel 3:**

Inhalationskapsel der Zusammensetzung:

20

Tiotropiumbromid-monohydrat:	0,0225 mg
Lactose Monohydrat (200 M):	4,9275 mg
Lactose Monohydrat (5 µm):	0,5500 mg
<u>Hartgelatinekapsel:</u>	<u>49,0 mg</u>
25 Total:	54,5 mg

Das zur Herstellung der Kapsel erforderliche Inhalationspulver wurde in Analogie zu Beispiel 1 erhalten.

**Beispiel 4:**

Inhalationskapsel der Zusammensetzung:

Tiotropiumbromid-monohydrat:	0,0225 mg
Lactose Monohydrat (200 M):	5,2025 mg
35 Lactose Monohydrat (5 µm):	0,2750 mg
<u>Polyethylenkapsel:</u>	<u>100,0 mg</u>
Total:	105,50 mg

Das zur Herstellung der Kapsel erforderliche Inhalationspulver wurde in Analogie zu Beispiel 1 erhalten.



**Patentansprüche**

- 1) Verfahren zur Herstellung von Inhalationspulvern, dadurch gekennzeichnet,  
daß  $N+m$  etwa gleichgroße Portionen einer Substanz mit größerer  
5 Teilchengrößenverteilung (Hilfsstoff) und  $N$  gleichgroße Portionen einer  
Substanz mit kleinerer Teilchengrößenverteilung (Wirkstoff) abwechselnd  
schichtweise in ein geeignetes Mischgefäß gegeben werden und nach  
vollständiger Zugabe die  $2N+m$  Schichten der beiden Komponenten mittels  
eines geeigneten Mischers gemischt werden, wobei zunächst die Zugabe einer  
10 Portion der Substanz mit größerer Teilchengröße erfolgt, wobei  $N$  eine ganze  
Zahl  $>0$ , vorzugsweise  $>5$  ist und wobei  $m$  für die Zahl 0 oder 1 steht.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die schichtweise  
Zugabe der einzelnen Fraktionen über eine geeignete Siebeinrichtung erfolgt.  
15
- 3) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
 $m$  für die Zahl 1 steht.
- 4) Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß Inhalationspulver enthaltend weniger als 5 %, bevorzugt weniger als 2 %  
Wirkstoff erhalten werden.
- 5) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß  
der verwendete Wirkstoff eine Teilchengröße von 0,5 bis 10  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise  
25 von 1 bis 6  $\mu\text{m}$  aufweist.
- 6) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß  
der verwendete Hilfsstoff eine mittlere Teilchengröße von 10 bis 100  $\mu\text{m}$ ,  
bevorzugt 15 bis 80  $\mu\text{m}$  aufweist.  
30
- 7) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Hilfsstoff aus einem Gemisch von gröberem Hilfsstoff mit einer mittleren  
Teilchengröße von 15 bis 80  $\mu\text{m}$  und feinerem Hilfsstoff mit einer mittleren  
Teilchengröße von 1 bis 9  $\mu\text{m}$  besteht, wobei der Anteil von feinerem Hilfsstoff  
35 an der Gesamthilfsstoffmenge 1 bis 20 % betragen kann.

- 8) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Wirkstoff eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Betamimetika, Anticholinergika, Corticosteroiden und Dopaminagonisten enthalten sind.

5

- 9) Inhalationspulver erhältlich nach einem Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8.